Lane Medical Library

Untersuchungen

über die Bakterienflora auf Geldstücken

unter besonderer Berücksichtigung des Bakterium coli commune als Indikator :: für fäkale Verunreinigungen. ::

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

an der

Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin.

Von

Heinrich Hübener

Assistenzarzt beim II. Bataillon
7. Thüringischen Infanterie-Regiments Nr. 96.

Tag der Promotion: 14. Oktober 1909.

Auma i. Th.
Jügelts Buchdruckerei
1909.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. **Rubner.**

Meinem lieben Grossvater Lotze

in Dankbarkeit gewidmet.

Die Hygiene hat in ihrem Bestreben, den Ausbruch von Krankheiten und die Verbreitung von Epidemien zu verhindern, eine wichtige Stütze in der Bakteriologie gefunden. Denn die Zahl der von tierischen und pflanzlichen Parasiten hervorgerufenen Krankheiten ist eine sehr grosse. So hat uns die Bakteriologie nicht nur manche längst bekannte Tatsache, so z. B., dass bei Typhusepidemien besonders das Trinkwasser zur Verbreitung der Krankheit beiträgt, erklärt, sondern wir haben durch sie auch Mittel und Wege zu einer geeigneten Prophylaxe gefunden.

Die Übertragung der ansteckenden Krankheiten ist nun eine ganz verschiedene. Bei manchen findet sie nur von Mensch zu Mensch statt, ja, bei manchen ist sogar ein bestimmter Kontakt nötig, wie z. B. bei der Syphilis. Bisweilen ist auch ein längeres Zusammenleben nötig, wie bei der Lepra, vielleicht auch bei der Tuberkulose. In anderen Fällen wieder haftet die Krankheit leichter, wie bei Blattern, Scharlach oder Masern.

Am gefährlichsten und am schwersten zu bekämpfen sind natürlich die Krankheiten, deren Erreger sehr widerstandsfähig sind und die sich ausserhalb des Menschen lange lebend erhalten oder gar vermehren. Es kann dann der Staub und das Wasser, es können dann alle Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände Träger der Infektion sein.

Wenig Beachtung haben in dieser Hinsicht bis jetzt unsere Geldstücke gefunden. Und doch begegnen gerade sie auf ihrer Wanderung durch die

verschiedenen Volksklassen, auf der sie täglich von Hand zu Hand gehen, der verschiedenartigsten Verunreinigung und sind somit zu einer Übertragung von Krankheitskeimen sehr wohl geeignet. Denn nur wenig Menschen denken daran, dass sie sich durch das Anfassen von Geldstücken stark beschmutzt haben, und dass sie damit ihre Hände vielleicht zu Trägern von gefährlichen Infektionskrankheiten gemacht haben, die nun von der Hand aus gar leicht in den Verdauungskanal oder in kleine Wunden gebracht werden können.

Bei manchen Bevölkerungsklassen besteht sogar leider noch immer die Angewohnheit, Geld in den Mund zu nehmen, eine Unsitte, die ohne Frage die grösste Gefahr in sich birgt. So berichtet H. Vincent in seiner Arbeit: „Sur les microbes exsistant à la surface des pieces de monnaie“ einen von Bulkley beobachteten Fall von syphilitischer Infektion auf diesem Wege.

Vincent selbst hat in der erwähnten Arbeit eine grössere Anzahl Untersuchungen über pathogene Keime auf Geldstücken veröffentlicht. Er kommt dabei zu dem Resultat, dass durchschnittlich auf jeder 10. Münze pathogene Keime vorkommen, die er durch das Tierexperiment nachwies. Vincent hat die Versuche in der Weise angestellt, dass er die zu untersuchenden Geldstücke mit erbsengrossen sterilen Tupfern abrieb, diese in Bouillon bei 36° bebrütete und von dieser Bouillon einige Kubikzentimeter unter die Haut oder das Peritoneum von Tieren spritzte. Wie schon erwähnt, erkrankte durchschnittlich jedes 10. Tier, und zwar waren die Erreger der tötlichen Krankheit meist Staphylococcen oder Streptococcen. Einmal fand er in dem Peritoneum eines so behandelten Tieres Tuberkel und Tuberkelbazillen. In einem anderen Falle erkrankte das Tier deutlich an Starrkrampf und Vincent konnte den Tetanusbazillus nachweisen.

In der vorliegenden Arbeit seien auf Anregung von Herrn Geheimrat Rubner die Geldstücke unter einem andern Gesichtspunkt untersucht, nämlich ein-

mal: wie gross ist die Zahl der auf Geldstücken vorkommenden Keime, und welche sind darunter die häufigsten? und sodann: findet sich das Bakterium coli commune darunter?

Dem Bakterium coli commune kommt eine gewisse pathogene Bedeutung zu. Anfangs ist es zwar als ausschliesslich saprophytisches Bakterium beschrieben und lange Zeit betrachtet worden.

Escherich hat gezeigt, dass der Darminhalt des Foetus und des Kindes zur Zeit der Geburt noch steril ist, dass aber bereits vor der ersten Nahrungsaufnahme, also vor dem Erscheinen des Milchkotes, eine Infektion des Mekoniums mit dem Bakterium coli auf dem Wege der Durchwanderung des Anus stattfindet. Was die Verteilung des Bakterium coli im Darmkanale anlangt, so hält Kohlbrügge auf Grund von Tierversuchen den Dünndarm, soweit er Speisereste enthält, für steril und das Coecum und besonders den Processus vermiformis für die eigentliche Brut- und Zufluchtsstätte des Bakterium coli, in welcher dasselbe vor mechanischen Einflüssen und bactericiden Einwirkungen des Darmsaftes geschützt, seine Rasse fortpflanzen und rein erhalten kann.

Über die Funktionen des Bakterium coli im Darm sind wir noch nicht völlig aufgeklärt. Schlossmann meint, dass sich das Bakterium coli am Abbau unverdauter Nahrungsreste und Kohlehydrate beteiligt, wozu es auch besonders befähigt erscheint. Da es aber an den Zersetzungsvorgängen der Nahrung nicht wesentlich beteiligt ist, hat man seiner Anwesenheit einen wohltätigen, schützenden Einfluss gegenüber den bakteriellen Vorgängen zugeschrieben. Dies ist auch nach dem von Hirschler entdeckten Gesetz über die Eiweissfäulnis sicher der Fall. Auch Bienstock meint dem Bakterium coli eine direkt fäulnishemmende Wirkung zuschreiben zu müssen und hält es für das wichtigste Schutzmittel zur Einschränkung der Darmfäulnis.

Erst Anfang der 90er Jahre tauchte die Meinung auf, dass das Bakterium coli zu Krankheitszuständen des Menschen in aetiologischer Beziehung stehe.

Tierversuche zeigten, dass die Einführung dieses Bakterium in die Blutbahn, in das Peritoneum oder in das Unterhautzellgewebe schwere Erkrankung und den Tod der betreffenden Tiere zur Folge hat. Man hat dann im Lauf der letzten Jahre das Bakterium coli als Sepsiserreger, Entzündungserreger und Eitererreger kennen gelernt.

Indessen sind es nicht die pathogenen Eigenschaften, die dem Bacterium coli für die hier interessierende Frage seine Bedeutung verschaffen, sondern seine Eigenschaft als Indikator für fäkale Verunreinigung. Denn da das Bakterium coli ein ständiger Bewohner des menschlichen Darmes ist, muss es sich überall da finden, wo eine fäkale Verunreinigung stattgefunden hat. Umgekehrt hat man dann überall da, wo man das Bakterium findet, auf eine fäkale Verunreinigung geschlossen. Und alles das, was einer fäkalen Verunreinigung ausgesetzt ist, muss im Falle einer Epidemie, deren Erreger durch den menschlichen Darm ausgeschieden werden, wie z. B. bei der Cholera, der Ruhr und dem Typhus, eine Infektionsgefahr in sich tragen.

Indes hat die grosse Verbreitung des Bakterium coli viele Autoren veranlasst, von einer Ubiquität dieses Bakterium zu sprechen und ihm seinen Wert als Indikator für fäkale Verunreinigungen abzusprechen. Nach zahlreichen andern Untersuchern wiederum ist dies jedoch zu weit gegriffen. Mit dieser Streitfrage haben sich vor allem die Autoren befasst, die Untersuchungen über Wasser hinsichtlich seiner Infektionsgefahr angestellt haben und sich dabei des Bakterium coli als Indikator für fäkale Verunreinigung bedient haben. Erwähnt sei hier zuerst Eijkmann, der in seiner Arbeit: „Die Gärungsprobe bei 46 ^{0} als Hilfsmittel bei der Trinkwasseruntersuchung“ schreibt: „Bei dem bakteriologischen Nachweis einer etwa stattgefundenen fäkalen Verunreinigung hat man besonders das Bakterium coli commune ins Auge gefasst. Wenn das Vorkommen dieses Nikroorganismus mit Bestimmtheit bewiese, dass das Wasser durch Fäkalien verunreinigt wäre, so würde damit eine sehr wichtige

Anweisung gegeben sein. Wenn auch solches Wasser nicht immer gesundheitsschädlich zu sein braucht, so ist es doch als gefährlich zu erachten, denn die Art der Verunreinigung, der das Wasser ausgesetzt ist, bietet zugleich die Gefahr der Infizierung. Wo die normalen Darmbewohner hinkommen, dahin werden in Zeiten ansteckender Krankheiten auch Typhus-, Cholerabazillen etc. gelangen. Dabei wird noch von der Frage abgesehen, ob nicht auch unter Umständen die Colibazillen oder ihnen nahe verwandte Arten für den Konsumenten schädlich sein könnten, eine Frage, die nicht unwahrscheinlich bejaht werden muss.

Indessen sind die Ansichten über den Wert des Bakterium coli als Indikator fäkaler Verunreinigung sehr geteilt. Nach einigen ist der Wert sehr gering, sie behaupten auf Grund ihrer Untersuchungen, dass die Colibazillen so allgemein in der Natur verbreitet seien, dass ihr Vorkommen nichts für fäkale Verunreinigung beweise."

Es sind insbesondere Weissenfeld und Kruse gewesen, die bei Wasseruntersuchungen dem Bakterium coli seinen Wert als Indikator absprachen. Aber gerade die Untersuchungen dieser beiden werden von Petruschky und Pusch auf das Schärfste kritisiert und bestimmt widerlegt. Diese beiden schreiben in ihrer Arbeit: „Bakterium coli als Indikator für Fäkalverunreinigung von Wässern" über diese Frage Folgendes:

„Die Untersuchungen unseres Institutes (Hygienische Untersuchungsanstalt der Stadt Danzig) über die Frage, in wie weit das Vorkommen des Bakterium coli commune in Wasser sich als Indikator für fäkale Verunreinigung verwenden lasse, reichen über mehrere Jahre zurück. Bereits die ersten Befunde, welche sich an die Versuche, den Typhusbazillus im Wasser zu finden, anschlossen, ermutigten zur weiteren Verfolgung der Frage.

Umsomehr war ich daher verwundert, als im Jahre 1900 Weissenfeld, der unter Kruse arbeitet, ausdrücklich die Brauchbarkeit dieses Indikators in Abrede stellte, da er in allen Wasserproben Bakterium

coli fand. Die Untersuchungen waren allerdings nicht hinreichend quantitativ angestellt, da nur entweder 1 ccm oder 1 l zur Aussaat benutzt wurde. — — Mit der schon damals beabsichtigten Polemik habe ich bis jetzt gewartet, um unsere Beobachtungen auf eine möglichst breite Grundlage stellen zu können. Die Zahl unserer Untersuchungen ist bereits eine recht erhebliche, die Methodik, die von der Weissenfeld'schen nur quantitativ abweicht, arbeitet so sicher, dass sie unanfechtbar exakte Ergebnisse liefert und in jedem hygienischen Institut nachgeprüft werden kann."

Auf Grund dieser Arbeiten, die in letzter Zeit immer mehr Anerkennung gefunden haben, braucht man also wohl kein Bedenken mehr zu tragen, das Bakterium coli als Indikator für Fäkalverunreinigung anzusehen. Allerdings muss man den Begriff des Bakterium coli commune bestimmt fassen und alle Coli-ähnlichen Arten ausscheiden. Die beiden oben erwähnten Autoren Petruschky und Pusch geben Folgendes als charakteristisch für das Bakterium coli an: „Als echtes Bakterium coli kann nur ein nach Gram sich entfärbendes, Gelatine nicht verflüssigendes, Trauben- und Milchzucker unter Säure- und Gasbildung vergärendes, Lakmusmolke daher stark rot färbendes und trübendes Bakterium angesprochen werden. Die Beweglichkeit ist nicht absolut erforderlich, sie kann vorhanden sein, aber auch fehlen."

Die beiden Autoren halten es nicht für angebracht, den Begriff des Bakterium coli noch weiter auszudehnen, namentlich nicht auf die Arten, die Zucker nicht vergären. Denn nur das echte Bakterium coli, das die oben angegebenen Eigenschaften besitzt, kann als typischer Bewohner des animalischen Darmes angesehen werden und somit als Indikator für Fäkalverunreinigung benützt werden.

Zur Identifizierung des so beschriebenen Mikroorganismus haben dieselben Autoren folgende Methode angegeben: „Bebrütet man das zu untersuchende Wasser mit dem gleichen Teil Peptonbouillon 24 Stunden lang, so kann man sicher sein, dass in dem Wasser enthaltene thermophile Bakterien alle andern überwuchert

haben. Als solche kommen ausser dem selten gefundenen Heubazillus und Wurzelbazillus namentlich das Bakterium coli und das Bakterium alcaligenes fäkalis in Betracht. — Wir haben daher die Untersuchung in der Weise angestellt, dass verschiedene steril abgemessene Wasserquanta mit etwa der gleichen Menge Bouillon versetzt zur Ausreicherung in den Brutschrank gestellt und von den nach 24 Stunden getrübten Proben Ösenausstriche auf Agarplatten gemacht wurden. Bakterium coli ist, wenn vorhanden, immer leicht zu isolieren. Die genaue biologische Untersuchnng der Reinkultur ist natürlich nicht überflüssig."

Ein einfacheres und sicheres Verfahren hat Eijkmann angegeben, ein Verfahren, das in letzter Zeit im hygienischen Institut der Universität Berlin mehrfach erprobt ist. (Ich erwähne nur die Arbeiten von Christian: Über den Nachweis fäkaler Verunreinigungen von Trinkwasser und Neumann: Der Nachweis des Bakterium coli in der Aussenwelt unter Zuhilfenahme der Eijkmann'schen Methode).

Eijkmann benützt zur Identifizierung des Bakterium coli seine beiden Eigenschaften: Traubenzucker noch bei 46 ° zu vergären und in Pepton-haltigen Flüssigkeiten Indol zu bilden. Über die Ausführung der Untersuchung schreibt er Folgendes: „Für die Gärprobe wurde das zu untersuchende Wasser in einem Gärungskolben mit ca. $^1/_8$ seines Volumens einer sterilen wässrigen Lösung von 10 % Glycose, 10 % Pepton und 5 % Na Cl vermischt. Da Indolbildung bei der Anwesenheit von Glycose unterbleibt, wurde dazu ein zweiter Versuch gemacht, insofern vom ersten abweichend, dass der Traubenzucker weggelassen wurde und ein gewöhnlicher Kolben anstatt des Gärungskolbens benutzt wurde.

Schon bald stellte sich inzwischen heraus, dass die Gärungskolben allein genügten, was natürlich eine erwünschte Vereinfachung ergab. Bei Anwesenheit von Bakterium coli gewinnt dieser im Gärungskolben bei 46 ° sehr bald die Oberhand über die andern Mikroben, sodass er gewöhnlich schon innerhalb 24

Stunden in Reinkultur oder wenigstens in überwiegender Mehrheit getroffen wird, indem er deutliche Gärung und eine diffuse Trübung der Flüssigkeit sowohl im offenen wie im geschlossenen Schenkel verursacht. — — Ich darf aber nicht behaupten, wennschon dies der eigentliche Ausgangspunkt der ganzen Untersuchung war, dass die Gasbildner immer echte Colibazillen sind. Einige dieser Gasbildner sind bestimmt keine Colibazillen, sondern müssen zu den Buttersäurebazillen gerechnet werden, die sich schon durch den penetranten Geruch verraten."

Diese beiden Methoden sind jedoch zunächst nur für die Wasseruntersuchung geeignet. Es mussten nun Mittel und Wege gefunden werden, sie auch auf Geldstücke anzuwenden. Das naheliegendste war, Gärkolben herstellen zu lassen, deren unterer Teil so weit ist, dass er ein Geldstück aufnehmen kann, und in diesen direkt mit Geldstücken die Eijkmannsche Methode anzuwenden. Es wurden also in solchen Kolben 2 Nickel-, 2 Kupfer-, 2 Silber- und 2 Goldstücke einzeln mit dem von Eijkmann angegebenen Zuckerpeptonwasser angesetzt und bei 46° bebrütet. In allen 8 Kolben war nach 48 Stunden das Zuckerpeptonwasser schmutzig-trübe, Gärung war aber nirgends eingetreten.

Nach diesem Resultat musste die Frage auftauchen, ob sich überhaupt Geldstücke so direkt bebrüten lassen. Um dies zu entscheiden, wurden Geldstücke von verschiedenen Sorten in Petrischalen mit Bouillon übergossen und bei 36° bebrütet. Die Bouillon wurde ebenfalls schmutzig-trübe, blieb aber völlig steril. Es ist dies ganz das gleiche Resultat, zu dem auch Vincent bei ähnlichen Versuchen kam.

Eine Erklärung hierfür findet man in den Versuchen, die M. Bolton angestellt hat. Dieser impfte Agar von gleicher Beschaffenheit mit einer grossen Anzahl von Keimen und legte auf die Platten kleine Metallstücke. Dabei fand er, dass Gold und Platin auf das Wachstum der Bakterien keinen Einfluss hatten.

Bei Kupferstücken fand er je nach der Art und Widerstandsfähigkeit der benützten Bakterien eine

1—3 mm breite bakterienfreie Zone. In beinahe allen Fällen wurde der Agar in der Nähe des Kupfers grün gefärbt und dünne Kupferplatten wurden sogar manchmal ganz aufgelöst.

Messing und Silber ergaben ungefähr das gleiche Resultat. Bei Verwendung von Zink färbte sich der Nährboden in der Umgebung des Metalls milchig weiss und es blieb bei fast allen Bakterienarten eine ca. 5 mm breite sterile Zone. Bei den Versuchen mit Eisenstücken war die sterile Zone sogar 7 bis 10 mm breit.

Bolton kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Resultat, dass die Metalle mit dem Nährboden eine Verbindung eingehen, die baktericid wirkt. Man kann sich darnach bei den von Vincent und mir angestellten Versuchen den Vorgang so vorstellen, dass sich um die Münzen herum eine Schicht mit baktericiden Eigenschaften bildet, die jeden Keim, der sich etwa von der Münze loslöst, sofort tötet und somit die ganze Bouillon keimfrei erhält. Dass auch das Resultat bei den Versuchen mit Goldstücken negativ war, während Bolton bei Goldplatten keine bactericiden Wirkungen fand, erklärt sich daraus, dass Bolton chemisch reines Gold nahm, während unsere Goldstücke aus verschiedenen Metallen zusammengesetzt sind und vor allem Kupfer enhalten.

Bei den erwähnten baktericid-wirkenden Verbindungen handelt es sich sicher häufig um einfache Giftwirkungen eines entstandenen Metallsalzes. Dass sich derartige Salze bilden, beweist die Grünfärbung (bei Kupfer) und die Weissfärbung (bei Zink) des Nährbodens bei den Versuchen von Bolton. Zum Teil handelt es sich aber wohl auch um sogenannte oligodynamische Wirkungen, über die v. Nägeli zuerst Versuche angestellt hat, und deren Resultate er in der berühmten Arbeit: „Über oligodynamische Erscheinungen in lebenden Zellen“ niedergelegt hat. v. Nägeli fand bei seinen Versuchen über das Absterben von Spirogyren in Silbernitratlösungen, dass bei einer weitgehenden Verdünnung der Lösung dann beim Absterben ganz andersartige Veränderungen

sichtbar wurden, als bei der gewöhnlichen Art des Absterbens. Er nannte diese Wirkung die oligodynamische im Gegensatz zu der spezifischen chemischen Wirkung des Giftes. Als er Versuche mit Sublimatlösung anstellte, fand er, dass bei einer Verdünnung von 1 : 1 000 000 die chemisch-giftige Wirkung verschwand, während die oligodynamische noch bei einer septillionfachen Verdünnung erhalten blieb. Selbst wenn ein Glasgefäss, das ein oligodynamisch wirkendes Wasser enthalten hatte, wiederholt ausgespült wurde und dann von neuem mit Wasser gefüllt wurde, so zeigte dies Wasser wieder oligodynamische Wirkungen. Nach mancherlei anderen Deutungen kam v. Nägeli zu der Überzeugung, dass das oligodynamische Vermögen des Wassers auf minimalste Mengen gelöster Stoffe zurückzuführen sei.

Ficker hat eine Reihe von Versuchen über diese Frage angestellt, die grad für die vorliegende Arbeit von grösstem Interesse sind. Er legte 2 mechanisch gründlich gereinigte Kupferstücke in Erlmeyer-Kolben mit 100 ccm destilliertem Wasser. Nach 24 Stunden wurden von diesem Wasser je 25 ccm in mit Säure und destilliertem Wasser gereinigte Gläser gebracht und mit einer Aufschwemmung von Cholerareinkultur infiziert. Die Versuche und daneben angestellte Kontrollversuche ergaben, dass das Kupferwasser eine ausserordentlich starke baktericide Kraft entfaltete. Um auch noch festzustellen, in welcher Konzentration Kupfersalze noch oligodynamisch wirken, stellte Ficker eine Versuchsreihe mit Kupfersulfat an und fand dabei, dass dieses noch in einer Lösung von 1 : 50—60 Millionen eine keimtötende Wirkung entfaltet.

Ähnliche Versuche über die oligodynamische Wirkung von Metallen stellte Israel mit Bakterium coli commune an. Er legte ein Stück Kupferfolie von 3×10 cm Ausdehnung (also 60 qcm Oberfläche) 24 Stunden in 300 ccm Leitungswasser. Dann brachte er in verschiedene Reagenzgläser je 1 ccm dieses Kupferwassers und hierzu 1 Öse 2tägiger Bouillonkultur von Bakterium coli commune. Er liess nun das Kupferwasser verschieden lange auf die Kultur

einwirken und goss dann Gelatineplatten mit dem Kupferwasser. Er fand dabei, dass bereits nach 3stündigem Einwirken des Kupferwassers alle Keime getötet waren. Auch bei nur $^1/_2$stündigem Einwirken war nur ein ganz geringes Wachstum auf den Platten zu konstatieren.

Diese Versuche zeigen, dass alle Methoden einer direkten Bebrütung von Geldstücken ungeeignet sind, da durch die Anwesenheit des Metalles jeder Nährboden sofort giftige und oligodynamische Eigenschaften bekommt. Es musste also eine Methode gefunden werden, die Bakterien von den Münzen frei zu machen, um sie dann weiter zu züchten.

Die nächsten Versuche wurden so angestellt, dass 50 Münzen verschiedener Sorten in 100 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung mit einer sterilen Bürste kräftig abgebürstet wurden. Mit dieser Kochsalzlösung wurden dann Gelatineplatten gegossen und Eijkmannsche Gärungsröhrchen angesetzt. In den letzteren trat nirgends Gärung auf, auf den Gelatineplatten hingegen ging eine grosse Anzahl von Keimen auf, von denen sich leicht Schimmelkolonien (Aspergillus niger und Penicillium glaucum) Kokken, Bazillus subtilis und Bazillus mesentericus identifizieren liessen.

Von dieser Methode wurde indessen wieder abgegangen, da sie zwei Mängel hat. Einmal werden bei dem Bürsten naturgemäss eine grosse Anzahl von Luftkeimen in die Kochsalzlösung mit hineingerissen, und anderseits gestattet sie keine genaue quantitative Untersuchung des einzelnen Geldstückes. Es galt also nun, eine Methode zu finden, die diese beiden Fehler ausschaltet oder mit andern Worten folgende Bedingungen erfüllt: einmal muss sie nachträgliche Vermischung mit Luftkeimen vermeiden, und dann müsste sie eigentlich gestatten, von jeder einzelnen Münze getrennt möglichst alle Keime frei zu machen. Diese letztere Bedingung ist jedoch unerfüllbar und man muss sie dahin modifizieren, dass die Methode so beschaffen sein muss, dass sie gestattet, bei jeder einzelnen Untersuchung eine relativ gleiche Anzahl von Keimen frei zu machen, sodass man wenigstens

relative Zahlenwerte zur Beurteilung des Bakterienreichtums der verschiedenen Münzen bekommt, wenn man schon auf absolute Zahlenwerte verzichten muss.

Die von Vincent angewandte Methode (Abreiben der Geldstücke mit sterilen Tupfern und Abspülen dieser in Bouillon) erfüllt meines Erachtens die letzte Bedingung nur unvollkommen. Denn naturgemäss wird das Abreiben nie mit der gleichen Intensität erfolgen, sondern von der einen Münze werden verhältnismässig viel, von der andern verhältnismässig wenig Keime abgerieben werden. Davon. dass bei dem Abreiben auch eine nachträgliche Verunreinigung mit Luftkeimen stattfinden kann, sei ganz abgesehen.

Ich habe mich für die vorliegenden Versuche zu folgender Methode entschlossen: Jedes einzelne Geldstück wird in einem Kölbchen mit 10 ccm Bouillon 5 Minuten lang geschüttelt. Mit zweimal je 0,1 ccm dieser Bouillon werden dann Gelatineplatten gegossen und diese bei 22 ^{0} bebrütet. Der Rest der Bouillon wird bei 36 ^{0} bebrütet. Nach 48 Stunden werden die Keime auf den Gelatineplatten gezählt und von den Bouillonröhrchen, die Trübung zeigen, Gärkolben nach Eijkmann angesetzt.

Es ist keineswegs verkannt worden, dass auch diese Methode ihre Fehlerquellen hat. Vor allem werden dabei nur die oberflächlichsten Keime abgespült, während die Keime, die in dem in den Vertiefungen der Münzen festhaftenden Schmutze sitzen, der Untersuchung verloren gehen. Indess sind grade die oberflächlich anhaftenden Keime die praktisch wichtigsten, und die in dem festen Schmutz eingebetteten haben nur geringe Bedeutung, zumal da man auf Grund der Bolton'schen Versuche diesem Schmutze eine gewisse bakterizide Wirkung und somit Sterilität zuschreiben muss.

Es sind auf diese Weise 25 Kupfer-, 25 Nickel-, 25 Silber- und 25 Goldstücke untersucht worden, die alle unmittelbar aus dem täglichen Verkehr genommen wurden.

Der besseren Übersicht halber lasse ich zunächst eine tabellarische Übersicht über die Resultate folgen:

I. Kupferstücke.

a) 1 Pfg.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
56	18	3700
68	34	5100
113	9	6100
41	92	6650
15	21	1800
29	81	5500
38	95	6650
72	11	4150
91	85	8800
19	8	1350
38	71	5450
73	37	5500

Durchschnitt pro Münze: 5062.5 Keime.

b) 2 Pfg.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
35	71	5300
81	17	4900
36	59	4750
72	91	8150
13	34	2350
39	61	5000
95	61	7800
31	27	2900
29	51	4000
61	59	6000
78	64	7100
34	29	3150
29	49	3900

Durchschnitt pro Münze: 5023,1 Keime.

II. Nickelstücke.

a) 5 Pfg.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
38	42	4000
17	61	3900
52	37	4450
49	31	4000
19	23	2100
29	47	3800
23	11	1700
31	57	4400
29	34	3150
51	44	4750
24	17	2050
46	34	4000

Durchschnitt pro Münze: 3525 Keime.

b) 10 Pfg.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
34	27	3050
28	16	2200
51	48	4950
46	21	3350
38	16	2700
19	13	1600
35	29	3200
52	43	4750
21	29	2500
17	11	1400
32	21	2650
51	34	4250
10	19	1450

Durchschnitt pro Münze: 2927 Keime.

III. Silberstücke.

a) 50 Pfg.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
29	39	3400
51	31	4100
64	27	4550
29	16	2250
37	41	3900

Durchschnitt pro Münze: 3640 Keime.

b) 1 M.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
28	41	3450
41	32	3650
36	71	5350
29	16	2250
17	9	1300

Durchschnitt pro Münze: 3200 Keime.

c) 2 M.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
28	41	3450
32	19	2550
21	36	2850
17	11	1400
29	31	3000

Durchschnitt pro Münze: 2650 Keime.

d) 3 M.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
38	42	4000
17	21	1900
31	19	2500
24	18	2100
16	27	2150

Durchschnitt pro Münze: 2530 Keime.

e) 5 M.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
25	31	2800
17	29	2300
28	35	3150
9	8	850
41	26	3350

Durchschnitt pro Münze: 2490 Keime.

IV. Goldstücke.

a) 10 M.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
72	63	6750
49	34	4150
68	51	6950
51	39	4500
64	48	6600
39	41	4000
81	59	7000
16	28	2200
27	19	2300
36	51	4350
51	64	5750
49	52	5050
34	29	3150

Durchschnitt pro Münze: 4827 Keime.

b) 20 M.-Stücke.

Platte 1.	Platte 2.	Summe pro Münze
64	34	4900
29	19	2400
71	51	6100
39	17	2800
52	43	4750
48	55	5200
61	71	6600
39	26	3250
21	44	3250
65	58	6150
71	37	5400
24	11	1750

Durchschnitt pro Münze: 4379 Keime.

Es fanden sich also durchschnittlich

auf Kupferstücken: 5043 Keime
„ Nickelstücken: 3226 „
„ Silberstücken: 2902 „
„ Goldstücken: 4603 „

Vincent fand bei seinen Untersuchungen durchschnittlich:

auf Scheidemünze: 5838 Keime
„ Silberstücken: 1172 „
„ Goldstücken: 2580 „

Diese geringe Verschiedenheit der Resultate beruht wohl zum Teil auf der verschiedenen Technik. Vincent selbst schreibt: „Um die Untersuchungen zu erleichtern, wurden die Versuche bei einer Temperatur von 37 ° gemacht. Man entledigt sich so einer grossen Menge nicht pathogener Keime, und die Saprophyten, welche sich unter den angegebenen Bedingungen entwickeln, sind nicht so zahlreich.“

Was das Verhältnis der einzelnen Geldsorten zu einander hinsichtlich ihres Gehaltes an Keimen anlangt, so deckt sich ja mein Resultat ungefähr mit dem von Vincent. Kupfer enthält entsprechend seiner weitesten Verbreitung, besonders in den untersten Volksschichten, die meisten Keime.

An 2. Stelle kommen die Goldstücke, die zwar wohl die geringste Verbreitung haben, dafür aber auch nach Bolton die schwächsten baktericiden Eigenschaften.

An 3. Stelle kommen die Silberstücke, die zwar weit mehr kursieren wie die Goldstücke, dafür aber eine viel grössere baktericide Kraft besitzen.

Was nun die Bakterienarten anlangt, die auf den Plattenaussaaten wuchsen, so war es leider aus praktischen Rücksichten nicht möglich, jede einzelne Kolonie zu identifizieren. Es war nur möglich, die immer wiederkehrenden, typisch wachsenden Kolonien näher zu untersuchen. Es ergaben sich dabei folgende Resultate:

Am häufigsten fanden sich stecknadelkopf-grosse, weisse Kolonien, die sich bei mikroskopischer Untersuchung als aus Kokken bestehend ergaben. Diplokokken oder Streptokokken wurden trotz häufiger Untersuchungen solcher Kolonien nicht gefunden.

Nächst den Kokken fanden sich am hänfigsten Schimmelkolonieen, und zwar fast immer Penicillium glaucum oder Aspergillus niger.

Sehr häufig wurden dann noch Bazillus subtilis, Bazillus mesentericus und Proteus vulgaris gefunden.

Wie oben bei Angabe der Technik ausgeführt wurde, wurden alle Münzen genau auf Bakterium coli commune untersucht, aber es liess sich dieser Mikroorganismus nirgends nachweisen. Dieses Resultat war entschieden überraschend, und es lag bei der grossen Verbreitung des Bakterium coli commune, die ja, wie oben schon erwähnt, manche Autoren veranlasst hat, von einer Ubiquität zu sprechen, die Erklärung am nächsten, dass sich das Bakterium auf Geldstücken nur kurze Zeit halten kann. Es wurden deshalb noch eine Reihe Versuche hierüber angestellt, und um dabei gleich festzustellen, wie weit das Ab-

sterben auf Rechnung der Metallwirkung und wie weit auf Rechnung der Eintrocknung kommt, wurden immer Parallelversuche gemacht, bei denen statt der Geldstücke sterile Glasstücke von 2 qcm Grösse genommen wurden. Die ersten Versuche wurden folgendermassen angestellt: Es wurde eine Aufschwemmung von einer Reinkultur von Bakterium coli commune in physiologischer Kochsalzlösung gemacht. In dieser Aufschwemmung wurden die Geld- und Glasstücke gebadet und dann zur Hälfte bei Zimmertemperatur, zur Hälfte im Brutschranke bei 36 ° aufbewahrt. Von Zeit zu Zeit wurden dann einzelne Stücke untersucht in der Weise, dass sie in Bouillon abgespült wurden und die Bouillon bei 36 ° bebrüht wurde. Für den Fall, dass in der Bouillon Trübung einträte, sollte dann noch die Indolprobe angestellt werden und Eijkmannsche Gärungskölbchen angesetzt werden. Es fand sich jedoch, dass sowohl bei Geldstücken, wie bei Glasstücken, die nur einige Stunden aufbewahrt waren, die Bouillon völlig steril blieb. Dieses anfangs befremdliche Resultat hat jedoch eine sehr einfache Erklärung. Die physiologische Kochsalzlösung, mit der die Aufschwemmung gemacht war, hört beim Eintrocknen, sei es nun auf Metall oder Glas, sehr bald auf, eine physiologische Lösung zu sein und wird zur hochkonzentrierten Salzlösung, die naturgemäss baktericid wirkt.

Es wurden deshalb bei den weiteren Versuchen statt der Aufschwemmung von Bakterium coli frische menschliche Fäces genommen, von denen je eine Öse auf den Geld- resp. Glasstücken verrieben wurde. Die Stücke wurden dann in der oben beschriebenen Weise aufbewahrt und untersucht. Die wiederholt angestellten Versuche ergaben folgende Resultate: Waren die Geldstücke bei Zimmertemperatur aufbewahrt, so waren auf Gold nach 4 Tagen, auf Nickel nach 3—4 Tagen, auf Silber und Kupfer nach 3 Tagen keine lebensfähigen Colibazillen nachzuweisen. Bei den Münzen, die bei 36 ° aufbewahrt wurden, war die Lebensdauer des Bakterium coli durchschnittlich um 24—36 Stunden kürzer. Diese Resultate decken sich fast genau mit denen, die Vincent in seiner Arbeit fand.

Was nun die Kontrollversuche mit Glasstücken anlangt, so konnte ich wiederholt noch nach 14 Tagen aus den Fäces, seien sie nun bei Zimmertemperatur oder im Brutschrank bei 36 ⁰ angetrocknet, Colibazillen nachweisen.

Es sind auch von anderer Seite bereits wiederholt Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Bakterium coli gemacht worden. (Vergl. Kolle-Wassermann: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen: Bakterium coli von Eschrich und Pfaundler) So fand z. B. Buchner an Seidenfäden angetrocknete Colibazillen noch nach 5 Monaten lebensfähig. Ähnliche Resultate hatten auch Billings und Peckham. Auf der andern Seite berichten freilich Weiser und Sternberg, dass an Deckgläser angetrocknete Kulturmasse von Bakterium coli bereits nach 24 Stunden auf Gelatine nicht mehr anginge.

Aus diesen Parallelversuchen mit Glasstücken im Verein mit den Resultaten der oben erwähnten Autoren geht hervor, dass das Absterben des Bakterium coli auf den Geldstücken fast ausschliesslich auf Rechnung der Metallwirkung zu setzen ist.

Wenn wir nun aus der vorliegenden Arbeit einen Schluss ziehen, so möge es unter denselben Gesichtspunkten geschehen, unter denen die Untersuchungen angestellt sind. Die Untersuchungen betreffs der Zahl der auf Geldstücken vorkommenden Keime und der am häufigsten vertretenen Arten hat ergeben, dass die Zahl der Keime zwar eine relativ hohe ist, dass die Keime aber der Hauptsache nach zu den Keimen gehören, bei denen man von einer Ubiquität sprechen kann, z. B. zu den Luftkokken und den Schimmelpilzen. Bakterium coli fand sich nie, und dies erklärt sich nach den letzten Versuchen daraus, dass dieser Mikroorganismus auf Metall eine nur kurze Lebensdauer hat. Man muss demnach wohl sagen, dass sich Bakterium coli zum Indikator für fäkale Verunreinigung von Geldstücken nicht eignet, da diese wohl einer solchen Verunreinigung ausgesetzt sein können, wir sie aber nach wenigen Tagen bereits mit Hilfe des Bakterium coli nicht mehr nachweisen können.

Diese Tatsache legt freilich den Schluss nahe, dass auch die im Darme vorkommenden pathogenen Keime, um derentwillen wir ja nach einer fäkalen Verunreinigung forschen, auf Geldstücken nur eine kurze Lebensdauer haben. Es hätte leider zu weit geführt und den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschritten, wenn auch darüber noch Versuche angestellt worden wären. Ich muss mich also darauf beschränken, hier wieder auf die Arbeit von Vincent zu verweisen, der derartige Versuche angestellt hat. Er fand dabei, dass keiner der pathogenen Keime, die durch den Darm ausgeschieden werden, auf Geldstücken wesentlich länger lebensfähig blieb als das Bakterium coli.

Man kann deshalb wohl zuletzt den praktischen Schluss ziehen, dass die Geldstücke wohl einmal pathogene Keime, die durch den Darm ausgeschieden werden, auf andere Menschen übertragen können, dass sie aber infolge der desinfizierenden Kraft des Metalles an Gefährlichkeit weit hinter anderen, nicht metallischen Gebrauchsgegenständen zurückstehen.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Geheimrat Rubner für die Überlassung der Arbeit und Herrn Professor Ficker für die Unterstützungen bei den Arbeiten im Laboratorium meinen gehorsamsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Th. Eschrich und Pfaundler: Bakterium coli commune aus Kolle-Wassermann: Handbuch der pathogenen Mikroorganismen.

Eijkmann: Die Gärungsprobe bei 46 ° als Hilfsmittel bei der Wasseruntersuchung. Zentralblatt für Bakteriologie. Bd. 37.

Petruschky und Pusch: Bakterium coli als Indikator für Fäkalverunreinigung von Wässern. Zeitschrift für Hygiene 1903.

Bolton: The effects of various Metals on the Growth of certain Bakteria. Transact. American. Assoc. of. Physicians. Vol. IX.

Vincent: Sur les microbes exsistant à la surface des pieces de monnaie. Revue d' Hygiène. Bd. 17.

v. Nägeli: Über die oligodynamischen Erscheinungen an lebenden Zellen. Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamte Naturwissenschaft. Bd. 33.

Israel und Klingmann: Oligodynamische Erscheinungen an pflanzlichen und tierischen Zellen Virchows Archiv 147.

Ficker: Über Lebensdauer und Absterben von pathogenen Keimen. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 29.

Eschrich: Die Darmbakterien des Säuglings und ihre Beziehung zur Physiologie der Verdauung. Stuttgart 1886.

Kohlbrügge: Die Autosterilisation des Dünndarmes und die Bedeutung des Coecums. Zentralblatt für Bakteriologie 1901.

— Der Darm und seine Bakterien. Zentralblatt für Bakteriologie 1901.

Schlossmann: Über die mutmasslichen Schicksale des Mehles im Darme junger Säuglinge. Jahrbuch für Kinderheilkunde 1898.

Bienstock: Untersuchungen über die Aetiologie der Eiweissfäulnis. Archiv für Hygiene 1900.

— Über die Bakterien der Faeces. Zeitschrift für klinische Medizin 1884.

Kruse: Kritische und experimentelle Beiträge zur hygienischen Beurteilung des Wassers. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1894.

Weissenfeld: Der Befund des Bakterium coli commune im Wasser und das Tierexperiment sind keine brauchbaren Hilfsmittel für die hygienische Beurteilung des Wassers. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1900.

Buchner: Über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien. Zentralblatt für Bakteriologie 1892.

Billings und Peckham: The influence of certain agents in distroying the vitality of the thyphoid and of the colon bacillus. Science 1895.

Weisser: Über die Emmerich'schen sogenannten Cholerabazillen. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1886.

Sternburg: A manual of bakteriology 1892.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Heinrich Hübener, Sohn des verstorbenen Pfarrers Paul Hübener zu Dresden, wurde am 12. März 1883 zu Pöhl bei Plauen geboren und ist evangelischen Bekenntnisses. Seine humanistische Bildung erhielt er auf dem Fürstlichen Gymnasium zu Gera, das er im März 1902 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Am 1. April 1902 wurde er in die Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen aufgenommen. Seiner Dienstpflicht mit der Waffe genügte er vom 1. April bis 30. September 1902 bei der 11. Kompagnie 2. Garde-Regiments z. F. in Berlin.

Im Sommer 1904 bestand er die ärztliche Vorprüfung. Am 15. Februar 1907 wurde er zum Unterarzt im Füsilier-Regiment General-Feldmarschall Graf Blumenthal (Magdeburgisches) Nr. 36 ernannt und vom 15. Februar 1907 bis 15. Februar 1908 zum königlichen Charité-Krankenhaus kommandiert. Am 26. Mai 1908 bestand er die ärztliche Staatsprüfung. Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren:

v. Bergmann, Bernhardt, Bumm, Engler, Engelmann, Ewald, Fischer, Fränkel, Frey, Goldscheider, Hertwig, Heubener, Hildebrand, Hiller, Köhler, Kraus, Krause, Lesser, Lexer, v. Leyden, Liebreich, v. Michel, Olshausen, Orth, Passow, Rubner, Schulz, F. E. Schulze, Sonnenburg, Schwendener, Strassmann, Stumpf, Thierfelder, R. Virchow, Waldeyer, Warburg, Ziehen.

Während seines Kommandos zur kgl. Charité war Verfasser auf den Kliniken folgender Herren tätig: Geh. Rat Kraus, Geh. Rat Ziehen, Geh. Rat Bumm, Geh. Rat Hildebrand.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, spricht Verfasser an dieser Stelle seinen ehrerbietigsten Dank aus.